

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

**ANÁLISIS AMBIENTAL
TERRITORIAL PARA LA
UBICACIÓN DE
BIORREFINERÍAS BASADAS
EN BIOMASA DEL OLIVAR**



Autor Principal: Inmaculada Romero Pulido (Universidad de Jaén)

Otros autores: Diego Cardoza García (Universidad de Jaén); Teresa Martínez Romero (Instituto de Innovación, Ciencia y Empresa); Paloma Manzanares Secades (DER-CIEMAT); Encarnación Ruiz Ramos (Universidad de Jaén)

Índice

1. Palabras clave.....	1
2. Resumen.....	1
3. Introducción.....	2
4. Metodología.....	5
5. Resultados.....	6
5.1. Fuentes de biomasa del olivar.....	6
5.1.1. Cultivo del olivar.....	6
5.1.2. Almazaras.....	7
5.1.3. Extractoras de orujo.....	9
5.2. Espacios naturales protegidos.....	12
5.2.1. Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (EENPPP).....	12
5.2.2. Zonas Importantes para las Aves Esteparias (ZIAE).....	12
5.2.3. Montes.....	13
5.2.4. Vías pecuarias.....	13
5.3. Caracterización del territorio.....	14
5.3.1. Bosque.....	14
5.3.2. Matorral.....	14
5.3.3. Pastizal.....	14
5.3.4. Zonas húmedas.....	14
5.3.5. Mosaico agrícola.....	15
5.3.6. Urbano.....	15
5.4. Red Hidrográfica.....	16
6. Discusión.....	17
6.1. Fragilidad del terreno en el área de estudio.....	17
6.1.1. Análisis y valoración de la fragilidad.....	18
6.1.2. Fragilidad muy alta.....	18
6.1.3. Fragilidad alta.....	18
6.1.4. Fragilidad media.....	19
6.1.5. Fragilidad baja.....	19
7. Conclusiones.....	20
8. Bibliografía.....	21

1. Palabras Clave

Residuos de olivo, biorrefinería, análisis ambiental, capacidad de acogida.

2. Resumen

La producción de bioenergía y productos químicos de carácter renovable a partir de biomasa lignocelulósica es una de las alternativas más prometedoras para reducir la dependencia del petróleo y los efectos del cambio climático en los sectores del transporte y la industria química, y supone un verdadero motor para el desarrollo de las biorrefinerías. En zonas rurales de alta densidad de generación de residuos, como es el caso de las zonas de cultivo de olivar y sus industrias asociadas, el concepto de biorrefinería cobra especial interés desde el punto de vista medioambiental y social.

En el presente trabajo, se evalúa la disponibilidad de las cuatro biomásas consideradas. La biomasa del olivar incluye un residuo agrícola que resulta de la poda de los olivos y tres residuos agroindustriales como son las hojas de olivo generadas en las almazaras durante la limpieza de la aceituna, el orujillo obtenido en las extractoras tras la extracción del aceite residual que queda en el orujo y el hueso resultante del deshuesado de la aceituna realizado en las almazaras.

El ámbito de estudio es la Cuenca del río Guadalquivir (provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla) por tratarse de la zona con mayor extensión de cultivo del olivar y, por tanto, con mayor presencia de almazaras y extractoras de orujo. Tras obtener datos de producción de hojas, hueso, orujillo y poda de olivo en estas zonas, se elabora un mapa de disponibilidad de los recursos biomásicos considerados a partir de los mapas de distribución de almazaras y de extractoras de orujo y del mapa de distribución de la poda de olivo según la superficie de cultivo.

Asimismo, se analizan aspectos medioambientales y territoriales en el área de estudio y se elaboran mapas con los espacios naturales identificados en la zona (zonas importantes para las aves, montes y vías pecuarias), mapas de caracterización del territorio con identificación y ubicación de los principales elementos (bosque, matorral, pastizal, zonas húmedas, mosaico agrícola y zona urbana) y mapa con la red hidrográfica. Todo ello permite determinar e identificar aquellas zonas con menor fragilidad ambiental como potenciales ubicaciones para biorrefinerías basadas en biomasa del olivar.

Se pretende además que los resultados de este trabajo puedan ser un modelo para otras zonas con alta densidad de biomasa agroindustrial, a nivel nacional o internacional, y con ello contribuir al desarrollo de una sociedad basada en la bioeconomía.

3. Introducción

Las energías renovables han cobrado mucha relevancia en los últimos años tanto en Europa como en el mundo. En 2018, se instalaron 171 GW de nueva potencia renovable a nivel mundial para dar un total de 2.351 GW, lo que supone un incremento de 7,9% respecto del año anterior. La Unión Europea, por su parte, consciente de su papel en la transición energética global, se ha marcado nuevas metas a cumplirse en 2030. Se ha acordado fijar el consumo de energía renovable en un 32% para esta fecha en todo el territorio de la Unión Europea. En España las energías renovables también son de gran relevancia y, como miembro de la Unión Europea, es parte de las metas fijadas para 2030 (APPA, 2019).

De toda la demanda energética en España, la biomasa, en 2018, aportó solamente alrededor del 1,6%. Este es un aporte muy bajo considerando la cantidad de este recurso disponible en el país. La biomasa, que es el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal y los materiales que proceden de su transformación natural o artificial supone para España un combustible renovable y autóctono que se encuentra en cantidades significativas en el país (IDAE, 2007). En Andalucía, por ejemplo, están plantadas alrededor de 2.579.001 hectáreas de olivo (*Olea europaea*) (FAO, 2018). Esto supone, gracias a los residuos (poda, hojas y orujillo) y a los subproductos (hueso de aceituna) que el olivar genera, una gran fuente de biomasa para su aprovechamiento energético.

Tomando en cuenta toda la estructura agroindustrial que existe alrededor de la producción de aceite de oliva en Andalucía se puede observar que hay una gran posibilidad de integrar la actividad de una biorrefinería dentro de este sistema productivo. Una biorrefinería es aquella instalación que integra procesos y equipos de conversión de biomasa para producir combustibles, electricidad y productos químicos de valor añadido a partir de recursos biomásicos (Demirbas, 2010). Según Clark y Deswarte, (2009) se pueden distinguir tres tipos:

- Fase I; que consiste en una materia prima, un proceso y un producto principal.
- Fase II; que consiste en una materia prima, múltiples procesos y múltiples productos.
- Fase III; que consta de múltiples materias primas, múltiples procesos y múltiples productos.

Como se puede observar, en la Figura 1, son muchos los productos que se pueden obtener en las biorrefinerías a partir de la biomasa ya sea partiendo de una única materia prima o de múltiples. Por su parte, dentro de la estructura agroindustrial que existe alrededor del aceite de oliva, se pueden encontrar residuos del olivar como poda de olivo, hojas y orujillo, además de subproductos como el hueso de aceituna que resultan de los procesos que se llevan a cabo en el campo, almazaras y extractoras (Romero-García *et al*, 2014).

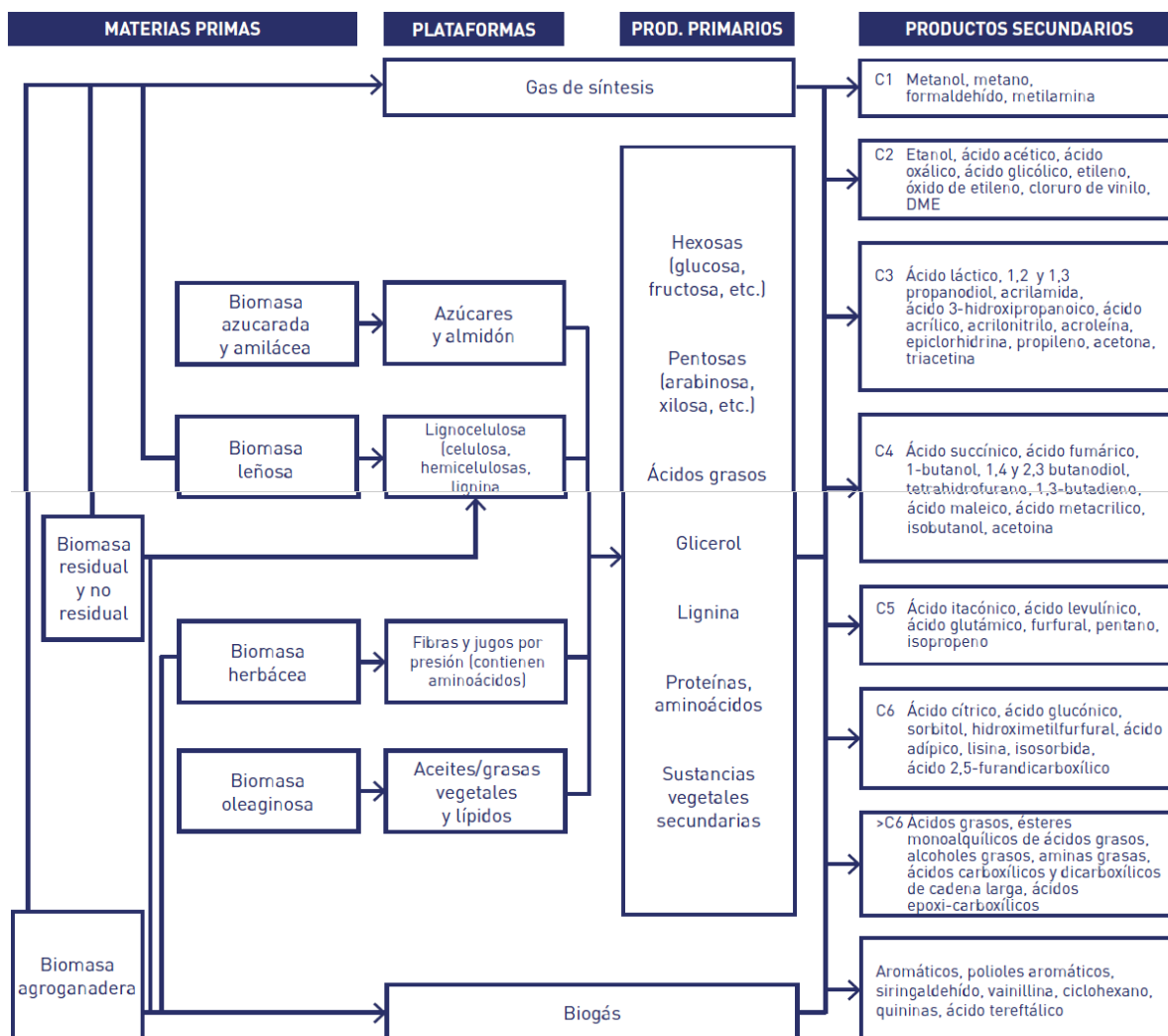


Figura 1. Esquema del proceso global de una biorrefinería (Manual sobre las Biorrefinerías en España: BIOPLAT y SusChem-España, 2017)

Las hojas de olivo, que son restos de hojas y ramas finas, son conocidas comúnmente como hojín y se generan como resultado del proceso de limpieza por el que pasan las aceitunas en la almazara antes de ser procesadas. Tiene un poder calorífico inferior en torno a 2.360 kcal/kg con un porcentaje de humedad del 37,46% (Junta de Andalucía, 2015). El orujo es el residuo principal resultante del proceso de obtención de aceite de oliva en la almazara y representa casi el 80% de todo el peso de la aceituna (Borja *et al*, 2006). El orujillo es el residuo sólido final generado después de la extracción del aceite residual contenido en el orujo (aceite de orujo de oliva). Gracias a su alto poder calorífico inferior (3.667,8 kcal/kg con un 10% de humedad), este material tiene un gran atractivo como combustible (Junta de Andalucía, 2010). El hueso de aceituna es uno de los materiales que conforman la pasta de aceituna generada en la almazara tras la molienda de la aceituna. También forma parte del orujo que llega a las extractoras. Tiene baja humedad (13% aproximadamente) y un alto poder calorífico inferior (alrededor de 3.755,2 kcal/kg con 13% de humedad) (Sánchez *et al*, 2006).

Las almazaras son los centros agroindustriales que utilizan como materia prima la aceituna que se cosecha en los cultivos de olivo. Dentro de las almazaras se le extrae el aceite de oliva a las aceitunas por medios físicos, al final de este proceso se obtiene aceite de oliva virgen y orujo (Emgrisa, 2019). Las extractoras son las encargadas de procesar el orujo procedente de las

almazaras. Aquí, se extraen los restos de aceite contenidos en el orujo que no pudieron ser extraídos en el proceso previo (Junta de Andalucía, 2010). En la Figura 2, se muestra el proceso agroindustrial que se lleva a cabo con la aceituna, como materia prima, para producir aceite de oliva virgen y sus subproductos.

Una biorrefinería debe estar ubicada en una zona donde se tenga la mayor disponibilidad de biomasa en la menor distancia posible debido a que se debe transportar la biomasa desde los distintos lugares de recogida hasta la planta. Por esto, es importante encontrar ubicaciones lo más cercanas posible a los puntos de acopio de residuos de poda, almazaras y extractoras ya que esto permite reducir los costos energéticos y ambientales del transporte contribuyendo así a la sostenibilidad económica y ambiental de la actividad.

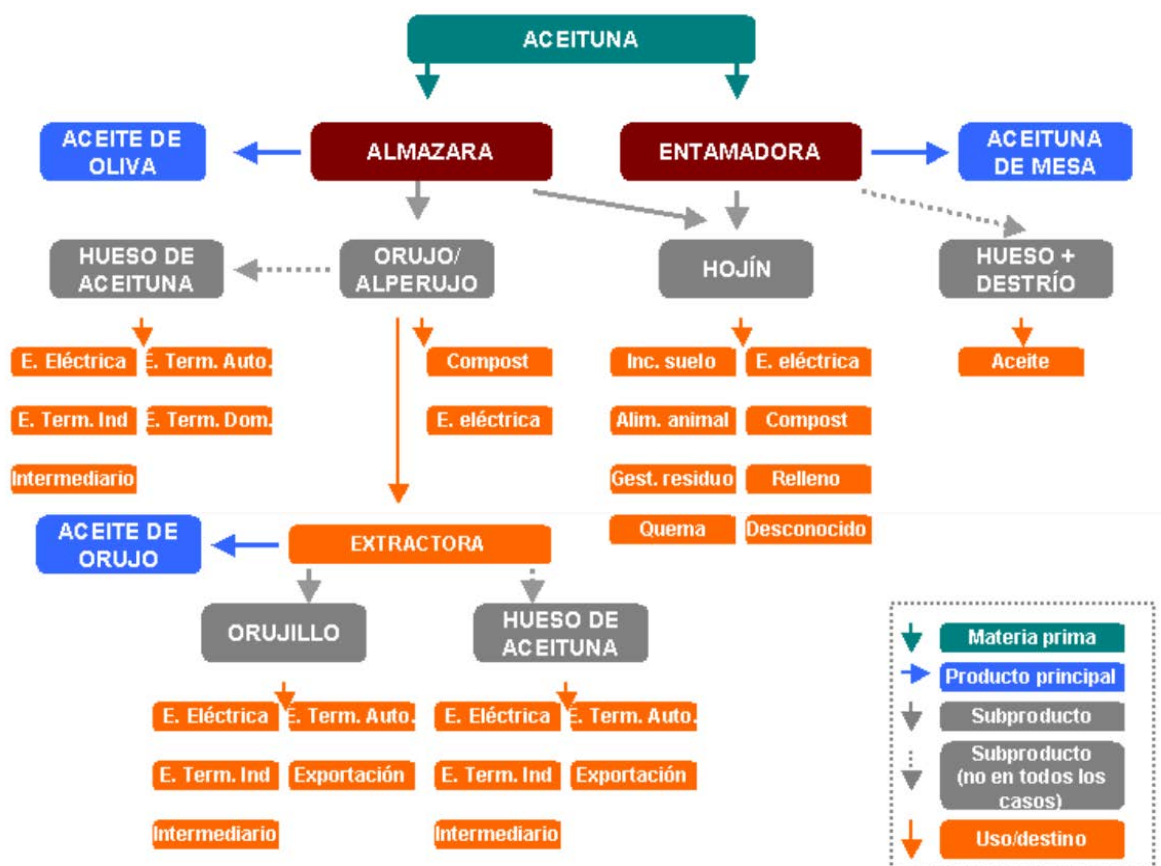


Figura 2. Proceso agroindustrial de producción de aceite de oliva virgen y sus subproductos. (Junta de Andalucía, 2010)

Por otra parte, debemos considerar los espacios naturales protegidos, patrimonio cultural, yacimientos arqueológicos y todos aquellos espacios en donde no se puede ubicar la biorrefinería por razones de conservación. En Andalucía, las zonas con mayor cantidad de biomasa disponible corresponden a las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla que a su vez forman el valle del río Guadalquivir. En Andalucía se calcula que existen alrededor de 1.567.375 hectáreas de olivo, de esta superficie, las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla aportan un área de 1.144.840 hectáreas aproximadamente, es decir, estas tres provincias constituyen alrededor del 73% de todo el olivar en Andalucía (Junta de Andalucía, 2017). Todo esto hace de esta zona un lugar muy atractivo para la ubicación de biorrefinerías y por estas razones se eligió esta zona como área de estudio para el presente trabajo.

4. Metodología

La metodología utilizada en este trabajo está basada en la empleada por el Instituto de Innovación, Ciencia y Empresa (INICIE), que está especializado en Servicios de Consultoría en materia de Cumplimiento Normativo y Estándares de Gestión trabajando por medio de la modalidad Software as a Service (SaaS). La metodología utilizada atiende a los objetivos de este trabajo. Por tanto, para identificar las ubicaciones geográficas más adecuadas para la implantación de biorrefinerías a partir del olivar y de sus industrias asociadas (residuos y subproductos del olivar) se realizaron varios pasos.

En primer lugar, se determinó el área de estudio que abarcaría este trabajo atendiendo a criterios de mayor disponibilidad de biomasa prioritariamente. Posteriormente, se determinaron las fuentes de suministro potenciales de materia prima, es decir, biomasa, de mayor interés para después poder obtener los datos de producción de estas fuentes seleccionadas. En este trabajo, se eligieron como fuentes de biomasa de mayor interés los residuos de poda del olivar junto con las hojas de limpieza de aceituna, hueso y orujillo. Y como área de estudio se eligió las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla (cuenca del río Guadalquivir).

Con el área de estudio y las fuentes de biomasa a tener en cuenta ya decididas, se identificaron geográficamente las potenciales fuentes de biomasa a través de mapas. Una vez hecho esto, se ubicaron geográficamente, mediante un mapa, los espacios naturales protegidos dentro de las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla. Esta información fue recabada gracias a la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) que la Junta de Andalucía pone a disposición del público para su consulta. Se identificó también la red hidrográfica del área de estudio.

Por otra parte, se tomó en cuenta la caracterización del territorio a través del uso y cobertura del suelo. Con toda esta información se procedió a realizar un mapa de usos y cobertura del suelo en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla (área de estudio). Después se tomaron las capas de información dando como resultado el grado de fragilidad de una determinada zona desde el punto de vista de la susceptibilidad a impactos negativos a causa de una actividad urbanística-industrial como sería la implantación y funcionamiento de una biorrefinería. De manera que se clasificaron los distintos niveles de fragilidad (fragilidad muy alta, alta, media y baja) y se agruparon en base a la capacidad de acogida de una actividad industrial obteniendo así el mapa de capacidad de acogida del terreno.

Para el manejo de los datos obtenidos y la generación de los mapas realizados en este trabajo se utilizó el paquete informático ArcGIS en su versión 10.5. ArcGIS que es un gestor de Sistemas de Información Geográfica o SIG. Para la realización de este trabajo se consultaron múltiples fuentes bibliográficas, destacando principalmente la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), la Agencia de Información y Control Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la información facilitada por los autores del trabajo de Manzanera *et al*, 2017.

5. Resultados

5.1. Fuentes de biomasa del olivar

Las fuentes suministradoras de biomasa tomadas en cuenta en este trabajo fueron el cultivo del olivar (residuos de poda), almazaras y extractoras. A continuación, se detalla cada una de estas fuentes de materia prima.

5.1.1. Cultivo del Olivar

Para este trabajo se utilizó como base para la estimación de los residuos de poda los datos de superficie del cultivo de olivar correspondientes al año 2015. Esta información fue proporcionada por el Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) según datos del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) (Manzanares *et al*, 2017).

El mapa de área de cultivo del olivar (Figura 3) se construyó a partir de los datos de superficie del cultivo del olivar de 2015 antes mencionado. Además, según estos datos, en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla se tiene un área de 870.942 hectáreas de olivar. Esta superficie de cultivo se clasificó en cuatro distintas categorías de acuerdo con la pendiente y el riego que se le aplica ya que ambos parámetros afectan a la cantidad de residuo de poda que se genera en un cultivo. Estas categorías son: áreas con riego y pendientes >10%, con riego y pendientes <10%, sin riego y pendientes <10% y sin riego y pendientes >10%. Las categorías con pendientes >10% incluyen superficies únicamente hasta un 20% de pendiente, mientras que las zonas que superan esta pendiente han sido descartadas debido a dificultades a la hora de emplear la maquinaria necesaria para la recogida de los residuos de poda (Manzanares *et al*, 2017).

Los residuos de poda del olivar, se han estimado en base a la cantidad de residuos que se producen por hectárea y año según la categoría que se esté evaluando. Así, para áreas con riego y pendientes >10% y áreas sin riego y pendientes <10% se pueden obtener 1,6 toneladas/Ha año. En cambio, para cultivos sin riego y pendientes >10%, se generan 1,4 toneladas/Ha año y finalmente, para zonas con riego y pendientes <10%, 1,7 toneladas/Ha año (Manzanares *et al*, 2017).

En base a la información anterior podemos estimar la cantidad de biomasa total presente en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla. Por tanto, la superficie con riego y pendientes >10% es de 61.176 Ha y tiene un estimado de 97.881 toneladas de residuos de poda por año. La zona sin riego y pendientes <10% con 325.417 Ha posee un estimado de 520.667 toneladas de residuos por año. En cultivos sin riego y pendientes >10% cuya superficie es de 370.367 Ha y 518.514 toneladas de residuos por año. Finalmente, en las áreas con riego y pendientes <10%, con 113.982 Ha, se generan 193.770 toneladas de residuos por año. Todo ello resulta en un total de 1.330.833 toneladas de residuos de poda por año en el área de estudio de este trabajo.

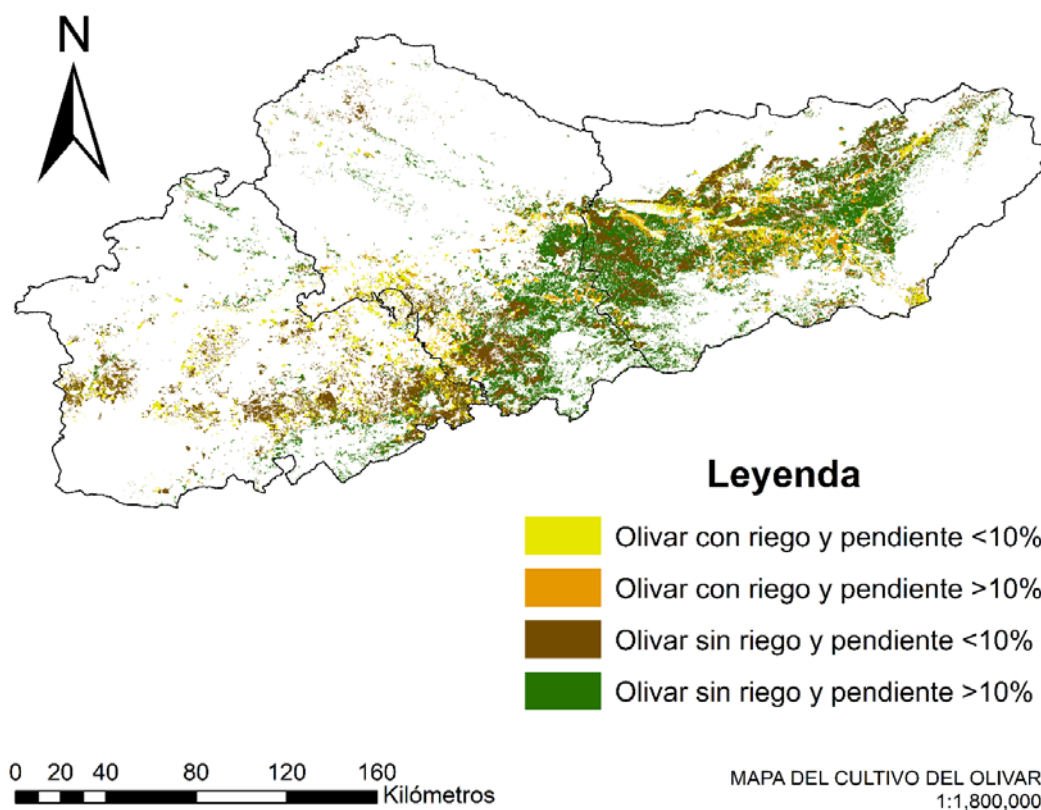


Figura 3. Mapa de las áreas de cultivo del olivar. (Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de Manzanares *et al*, 2017)

5.1.2. Almazaras

En las almazaras donde podemos encontrar hojas que están presentes junto con las aceitunas cuando son cosechadas. En la provincia de Córdoba, se registraron 42 almazaras sumando 76.284 toneladas de hojas entre todas. En Jaén se registraron 86 almazaras sumando 118.408 toneladas de biomasa. Finalmente, en Sevilla se han registrado 34 almazaras para un total de 32.811 toneladas de hojas. Esto nos da como resultado que, para el área de estudio, se identificaron un total de 162 almazaras, esto se traduce en 227.503 toneladas de este residuo. Estos datos fueron facilitados por la Agencia de Información y Control Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y procesados para este trabajo.

Debemos tener en cuenta que en estas instalaciones también se encuentra la mayor parte del hueso de aceituna, aunque no lo hemos considerado para definir el tamaño de las almazaras en el mapa porque como se ha indicado anteriormente, el volumen de hueso generado en las almazaras se puede repartir entre almazaras y extractoras de forma variable.

La cantidad de hueso que podemos obtener en una almazara se puede estimar en base a los residuos de hoja que se produzcan. Lo primero que se debe tener en cuenta para estimar la cantidad de hueso, es la relación que existe entre la cantidad de aceitunas procesadas en la almazara y la cantidad de hojas (hojín). Según Manzanares *et al.* (2017), la relación de aceitunas procesadas/hojas, para Andalucía, es del 6,59%. Esta relación fue obtenida a partir de los valores

promedio de los datos de las campañas 2102-2013, 2013-2014 y 2014-2015. Por tanto, si en total se tienen 227.503 toneladas de hojas en la zona de estudio, entonces la cantidad de aceitunas procesadas será de 3.452.245 toneladas. Teniendo en cuenta que el hueso en las aceitunas constituye entre el 8–15% de su peso total (Ruiz *et al*, 2017). Se estima que de todas las almazaras analizadas se pueden obtener, potencialmente, 345.224 toneladas de hueso de aceituna considerando para este trabajo un contenido medio de hueso en la aceituna del 10%.

A continuación, en la Figura 4, se muestra el mapa con las ubicaciones geográficas de las almazaras, que se distinguen por tamaño según la cantidad de hojas de limpieza generada anualmente en cada una de ellas. La producción de hojas en una almazara lógicamente viene asociada al volumen de aceituna procesada, aunque este trabajo se ha centrado en las hojas por ser el residuo que interesa como materia prima para la biorrefinería. Este mapa también incluye las autovías y carreteras en la zona de estudio para tener una referencia de sus principales accesos.

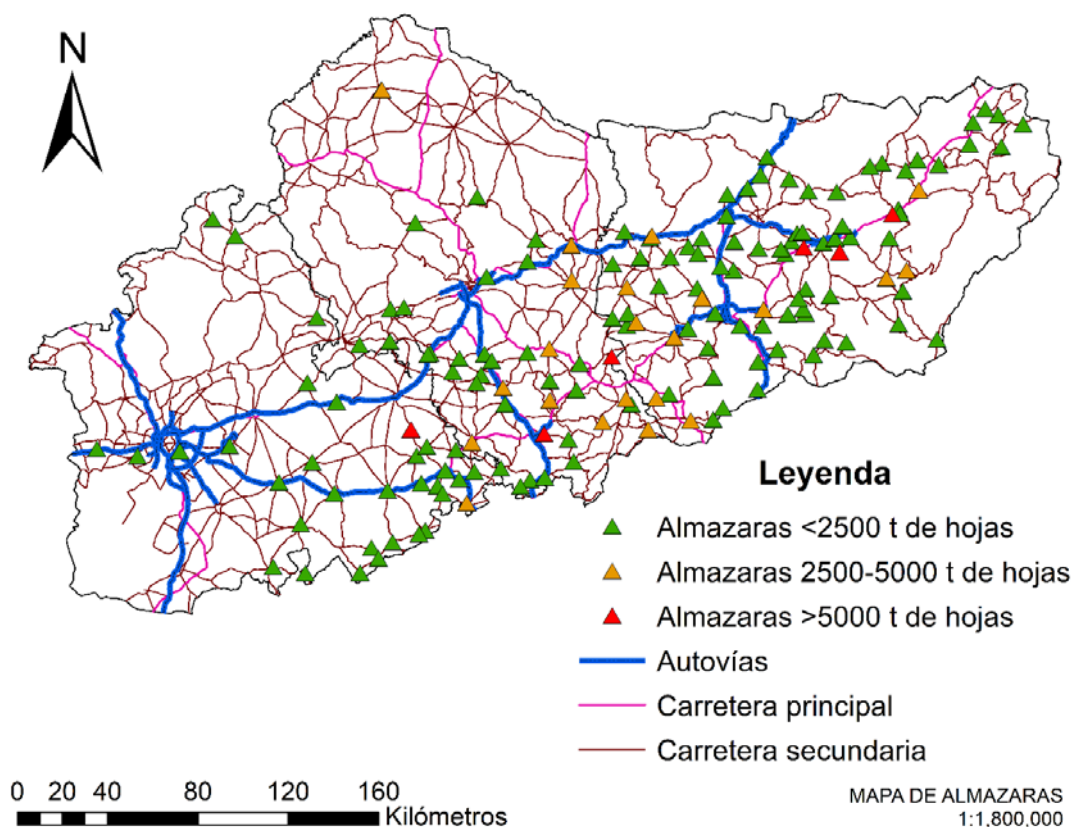


Figura 4. Mapa de almazaras en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla. (Elaboración propia, a partir de los datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía -REDIAM- y la Agencia de Información y Control Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

5.1.3. Extractoras de orujo

En las extractoras encontramos como residuo principal el orujillo. En la provincia de Jaén se registraron 6 extractoras dando un total de 319.226 toneladas de orujillo, en Córdoba se identificaron también 6 extractoras y 530.246 toneladas de orujillo, mientras que en Sevilla se encontraron 5 extractoras sumando 64.584 toneladas de orujillo. En toda el área de estudio se registraron 17 extractoras dando un total de 914.056 toneladas de orujillo, lo que las hace una fuente de materia prima de interés que amerita ubicar cada una de estas geográficamente dentro del área de estudio, para tomarlo en cuenta como criterio de decisión sobre la ubicación final de las biorrefinerías. Estos datos fueron facilitados por la Agencia de Información y Control Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y procesados en este trabajo. A continuación, en la Figura 5, se presenta el mapa con las ubicaciones geográficas de todas las extractoras identificadas a lo largo de las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla, clasificándolas en función de la cantidad de orujillo generado anualmente en cada una de ellas.

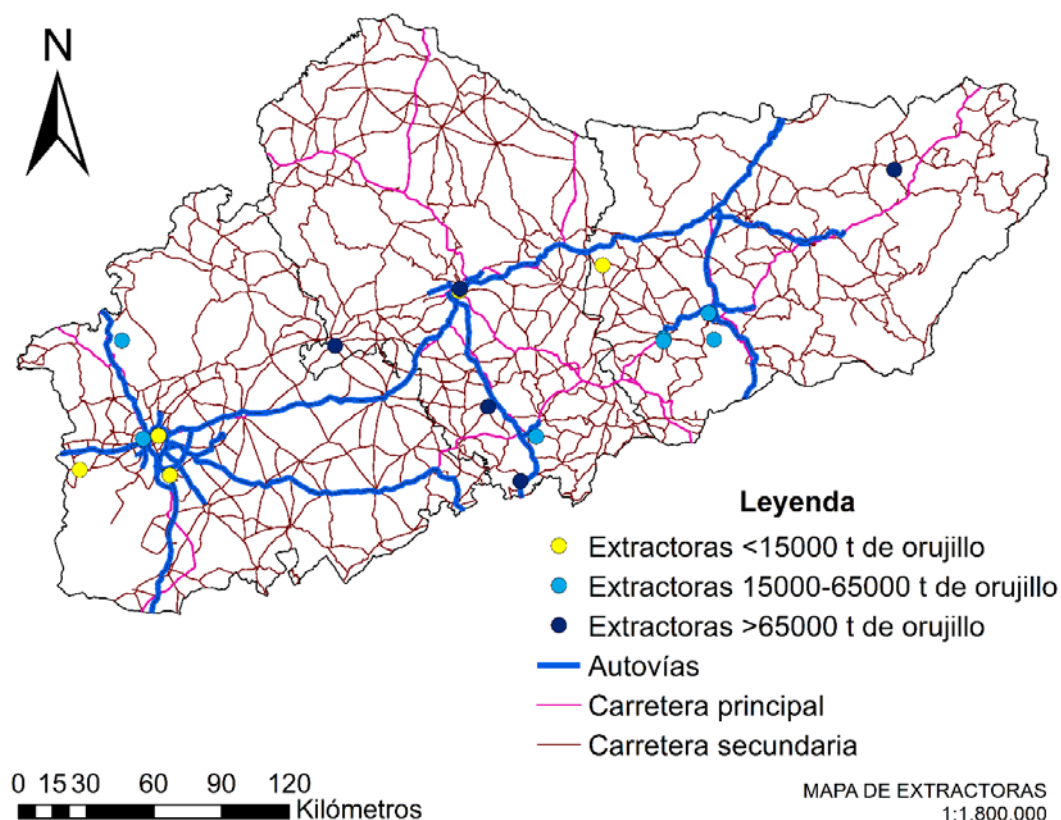


Figura 5. Mapa de extractoras de orujo en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla. (Elaboración propia, a partir de los datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía - REDIAM- y la Agencia de Información y Control Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

Para tener una idea general de la disponibilidad y la ubicación de los residuos y subproductos generados en las industrias asociadas al aceite de oliva, que son potenciales fuentes de materia prima para una biorrefinería (hojas de olivo, hueso y orujillo), se muestra, en la Figura 6, el mapa

de todas las extractoras y almazaras que se han identificado en el área de estudio, de las cuales se puede disponer en determinado momento para el suministro de biomasa.

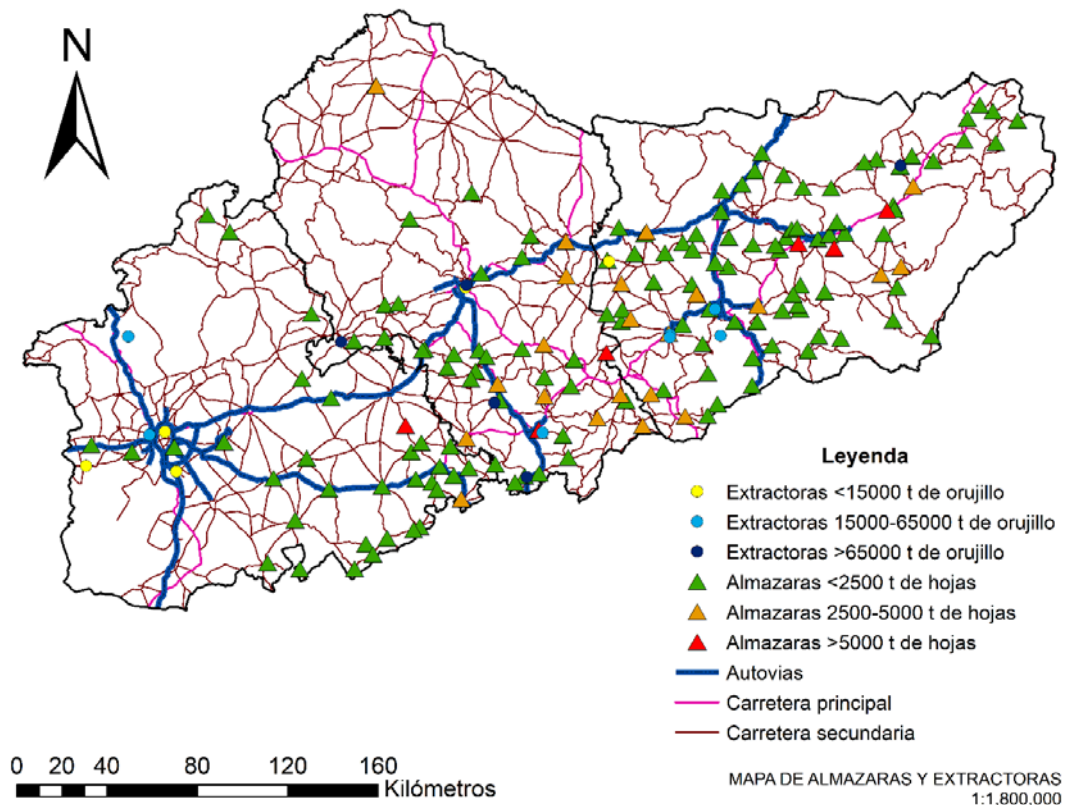


Figura 6. Mapa de almazaras y extractoras en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla. (Elaboración propia, a partir de los datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía - REDIAM- y la Agencia de Información y Control Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

Como se puede observar, en la Figura 6, tanto extractoras como almazaras están cerca de vías de acceso ya sean autovías, carreteras principales o secundarias. Por lo que se puede acceder fácilmente a ellas, por tanto, en cuanto a aspectos de transporte no presentan problemas.

A continuación, en la Figura 7, se muestra el mapa de todas las fuentes de biomasa consideradas en este trabajo. Este mapa muestra la superficie del cultivo del olivar, donde se genera el residuo de la poda, y también incluye las almazaras y las extractoras de orujo. Por tanto, este mapa da una visión completa de la ubicación de todos los residuos y subproductos generados por el olivar y sus industrias asociadas. Se aprecian zonas con una elevada concentración de almazaras y presencia de extractoras de orujo de tamaño mediano o grande, que serían excelentes candidatas a estudiar para la ubicación de biorrefinerías al encontrarse también en zonas con alta producción de residuos de la poda del olivo. No obstante, hay que considerar antes parámetros ambientales y sociales que determinen la capacidad de acogida del territorio en cada caso, lo que resultará determinante para seleccionar las mejores ubicaciones para estas instalaciones.

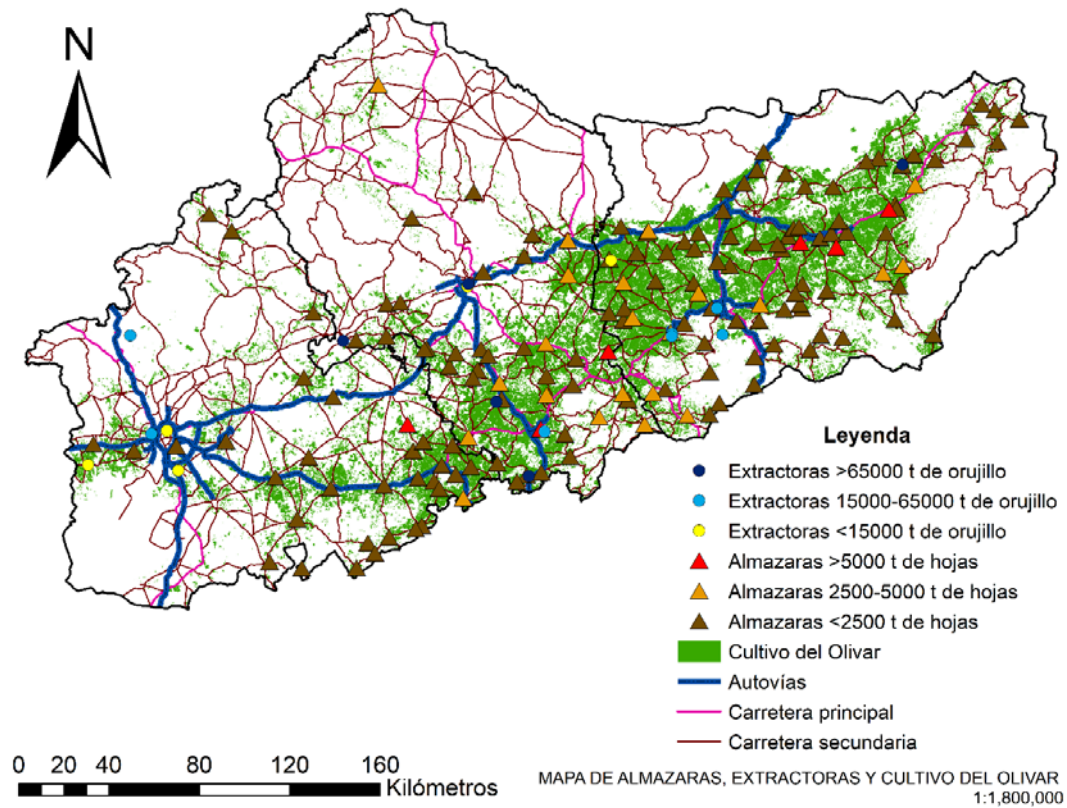


Figura 7. Mapa de subproductos y residuos del olivar (almazaras y extractoras) y cultivo del olivar en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla. (Elaboración propia, a partir de los datos facilitados por la Agencia de Información y Control Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Manzanares *et al*, 2017)

5.2. Espacios naturales protegidos

En España, de acuerdo con la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, tienen la consideración de Espacios Naturales Protegidos aquellos espacios del territorio nacional, incluidas las aguas continentales y las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental (MITECO, 2019).

En Andalucía, específicamente en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla, hay una serie de espacios protegidos, patrimonio natural, montes y vías pecuarias. Por lo que para este trabajo representan áreas donde no se puede ubicar una biorrefinería ni aprovechar ningún tipo de biomasa, es decir, un área descartada para cualquier actividad (Navarrete, 2017).

Para poder identificar geográficamente estos espacios protegidos, se ha realizado un mapa del área de estudio donde se muestran todos estos espacios. A continuación, se describe la composición de cada una de estas categorías.

5.2.1. Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (EENNPP)

Los Espacios Naturales Protegidos de Andalucía corresponden a todas aquellas figuras de protección establecidas en la normativa autonómica, donde se incluyen: Parques Nacionales, Parques Naturales, Parajes Naturales, Parques Periurbanos, Monumentos Naturales, Reservas Naturales, Reservas Naturales Concertadas y Paisajes Protegidos. Además de espacios naturales, también se recogen otras zonas asociadas a un régimen de protección conformada por; Zonas de Protección de las Reservas Naturales, de los Monumentos Naturales y de Parques Nacionales y a todos los territorios que se acogen a la figura de gestión Espacio Natural (Navarrete, 2017).

En cuanto a Parques Naturales, en Jaén, por ejemplo, se ubica la Sierra de Andújar con 74.916,54 hectáreas. En Sevilla se encuentran los monumentos naturales de Cascada del Huesna (1,62 ha), Ribera del Guadaíra (149,7 ha), Cerro del Hierro (121,65 ha), Encina de los Perros (0,2 ha), Tajos de Mogarejo (13,2 ha), Chaparros de la Vega (0,2 ha) y Huellas Fósiles de Medusas de Constantina (3,96 ha). En Córdoba se encuentran las reservas naturales de la Laguna de Tíscar, Laguna de Zóñar, Laguna del Rincón, Laguna del Conde o Salobral, Laguna de Los Jarales y Laguna Amarga (Junta de Andalucía, 2018).

5.2.2. Zonas Importantes para las Aves Esteparias (ZIAE)

Estas son zonas donde existe una población importante de aves cuyo hábitat es la estepa. Por lo que es importante proteger estas zonas para el correcto desarrollo de las especies de aves esteparias tanto desde el punto de vista reproductivo como alimenticio.

Cabe mencionar que en Andalucía y en toda la Península Ibérica no existe este tipo de ecosistemas (estepas). Sin embargo, los amplios medios abiertos, con ausencia de pendientes pronunciadas y carentes de vegetación arbórea han sido, y de una forma importante aún lo siguen siendo, representativos de muchas comarcas de Andalucía. Y de la misma manera que las verdaderas estepas, se trata de unos medios con avifauna propia, específica de este tipo de espacios y en las que concurre una proporción de especies amenazadas muy superior a la de cualquier tipo de ecosistema arbolado en Andalucía (Junta de Andalucía, 2007).

5.2.3. Montes

Según la legislación forestal de Andalucía el término monte no se refiere exclusivamente a terrenos arbolados, sino que incluye el concepto de bosque, ampliándolo también a matorrales y herbazales, con independencia de su origen, siempre y cuando cumplan con criterios determinados que están vinculados a funciones. Este hecho hace que los montes andaluces constituyan un amplio abanico de formaciones forestales de gran heterogeneidad. El monte de Andalucía, además de los aprovechamientos forestales, genera una serie de beneficios indirectos que a menudo pasan desapercibidos al no tener un valor monetario específico (Junta de Andalucía, 2019).

5.2.4. Vías Pecuarias

Las vías pecuarias están reguladas, en España, por la Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, que define las vías pecuarias como rutas o itinerarios por donde discurre o ha venido discurrendo tradicionalmente el tránsito ganadero. (MITECO, 2018). Andalucía tiene la red más extensa de vías pecuarias en España, con alrededor de 34.081,994 km (Junta de Andalucía, 2013). A continuación, en la Figura 8, se muestra el mapa con todos los Espacios Naturales Protegidos que se registraron dentro del área de estudio de este trabajo, incluyendo montes, espacios protegidos, patrimonio natural y vías pecuarias.

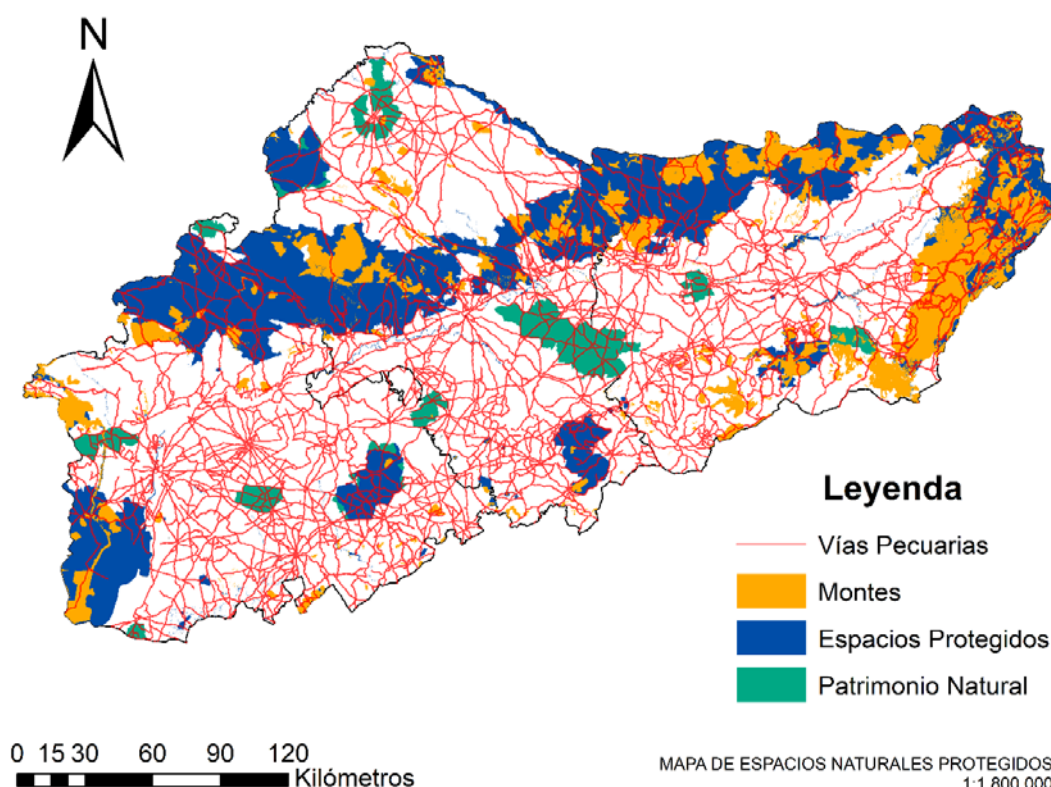


Figura 8. Mapa de Espacios Naturales Protegidos. (Elaboración propia, a partir de los datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía -REDIAM-)

5.3. Caracterización del territorio

Para determinar las mejores ubicaciones geográficas para la implementación de biorrefinerías es necesario conocer el uso que se le da al suelo en el área de estudio. Esta información nos indica cuáles son las zonas con mayor presencia de biomasa y así tratar de implantar las biorrefinerías en estas zonas. El uso y cobertura del suelo se divide en distintas categorías. A continuación, se describen las categorías utilizadas para este estudio.

5.3.1. Bosque

En esta categoría entran las zonas donde las especies forestales son predominantes. Para que un área determinada sea considerada bosque debe cumplir ciertos criterios. La superficie debe extenderse, como mínimo, por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 metros y una cubierta de dosel superior al 10%, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Las tierras sometidas a un uso predominantemente agrícola o urbano quedan excluidas (FRA, 2015).

5.3.2. Matorral

En esta categoría se incluye el matorral y matorral con arbolado. Por una parte, el matorral, son zonas que corresponden a superficies cubiertas por vegetación arbustiva constituida por especies leñosas cuya parte aérea no llega a diferenciarse en tronco y copa. La vegetación, debido a las características del matorral, suele ser muy ramificada pudiendo encontrar desde el porte arbustivo hasta el achaparrado y rastrero. El matorral puede tratarse de una etapa evolutiva de la cubierta forestal a vegetación de mayor porte o de una etapa de degradación del bosque (SIOSE Andalucía, 2008).

5.3.3. Pastizal

En esta categoría se incluye, en primer lugar, el pastizal, cuyas áreas están conformadas por vegetación herbácea perenne y estacional, normalmente son zonas destinadas al pastoreo extensivo cuya producción de biomasa (pasto) es muy dependiente de la climatología por lo que es muy variable. Y, por otra parte, esta categoría también incluye el pastizal con arbolado que básicamente son áreas de pastizal que se encuentran en combinación con las coberturas superpuestas espacialmente sin distribución fija de arbolado (SIOSE Andalucía, 2008).

5.3.4. Zonas húmedas

Esta categoría se tomó en cuenta como única, tal y como está en el uso y cobertura de uso del suelo, según la Junta de Andalucía. Esta categoría incluye todos los cuerpos de agua presentes en cierto territorio, incluyendo lagos y lagunas, los humedales, las albuferas, las marismas, etc. También se incluyen las aguas de escorrentía superficial que conforman la red fluvial (Junta de Andalucía, 2016).

5.3.5. Mosaico agrícola

En esta categoría se incluye tres componentes distintos. Primero se encuentran los cultivos leñosos por lo que se incluye tierras ocupadas por árboles frutales, nogales y árboles de fruto seco, olivos, vides, etc., Sin embargo, no se incluyen los cultivos dedicados a la producción de leña o madera (especies forestales). En Andalucía en cultivo leñosos más extendido es el olivo (ECREA, 2013). También se incluyen los cultivos herbáceos tales como el maíz, trigo, cebada, arroz, cereales en general, etc. Los invernaderos son el último componente del mosaico agrícola.

5.3.6. Urbano

Esta categoría está conformada por subcategorías que incluye, entre otros, el urbano mixto que son todas aquellas zonas edificadas dedicadas al uso predominantemente, aunque no exclusivo, residencial de núcleos de población. Otra subcategoría incluida aquí es la industrial con áreas edificadas dedicadas a fines de manufactura de productos de valor económico. También incluye las zonas de extracción minera que suelen ser terrenos severamente alterados. Otra categoría es la de infraestructura técnica con edificaciones y carreteras destinadas al almacenamiento y distribución de productos y mercancías. Por último, están las zonas sin vegetación cuya cobertura vegetal es inferior al 20% (Junta de Andalucía, 2016). La Figura 9 presenta el mapa de las categorías de uso y cobertura del suelo usadas a efectos de este trabajo.

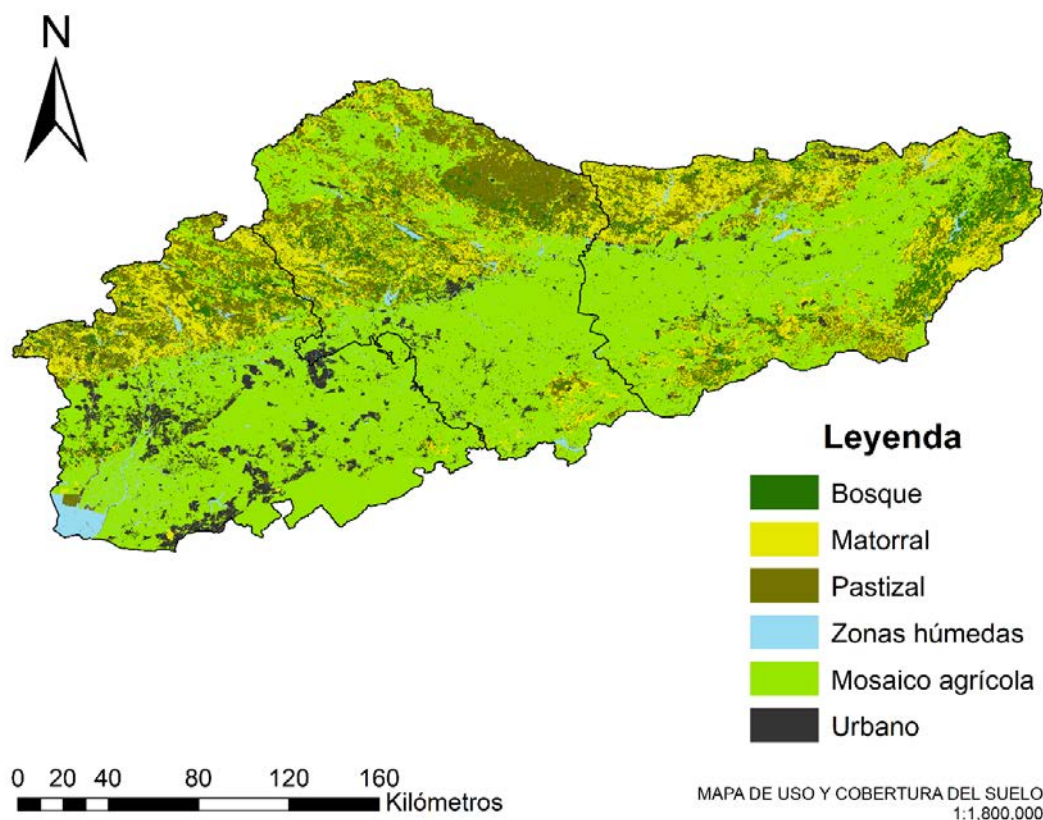


Figura 9. Mapa de uso y cobertura del suelo (Caracterización del Territorio). (Elaboración propia, a partir de los datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía -REDIAM-)

5.4. Red Hidrográfica

La Red Hidrográfica que abarca el área de estudio de este trabajo es la cuenca hidrográfica del Guadalquivir, aquí se incluyen los ríos, lagos, afluentes, cuencas y todos los cuerpos de agua de carácter superficial en este territorio. Todos estos cuerpos de agua a menudo se interconectan entre sí unos con otros formando una red hídrica similar a una red de carreteras. La demarcación hidrográfica del Guadalquivir comprende el territorio de la cuenca hidrográfica del río Guadalquivir, así como las cuencas hidrográficas que vierten al Océano Atlántico desde el límite entre los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta la desembocadura del Guadalquivir, junto con sus aguas de transición. La cuenca hidrográfica del río Guadalquivir tiene una longitud de 57.527 km y se extiende a lo largo de 12 provincias pertenecientes a cuatro comunidades autónomas. Sin embargo, Andalucía representa más del 90% de su superficie. Con una superficie en la cuenca de 51.900 km² y 87.268 km² de superficie geográfica y una relación de superficie cuenca/geográfica del 59.47% (CHG, 2019).

La demarcación geográfica de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir está descrita y delimitada por elementos característicos que la enmarcan, estos son; los bordes escarpados de Sierra Morena al norte, las Cordilleras Béticas, emplazadas al sur con desarrollo Suroeste-Noreste y el Océano Atlántico.

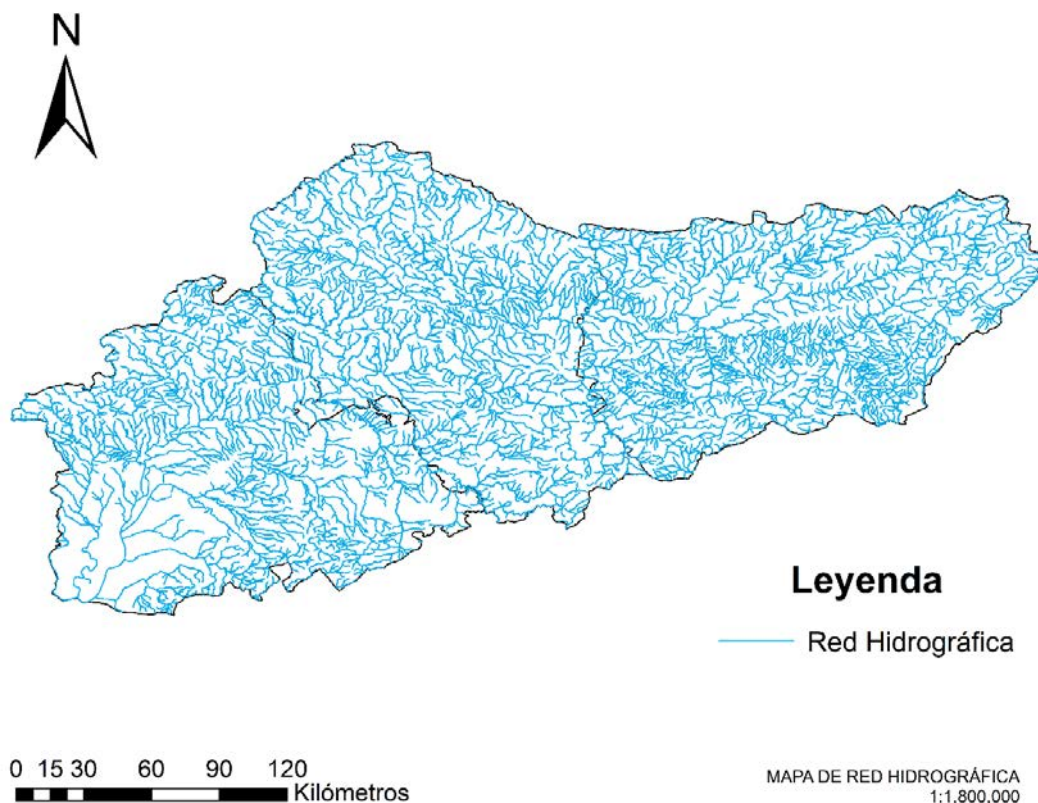


Figura 20. Mapa de la Red Hidrográfica de las provincias Jaén, Córdoba, Sevilla. (Elaboración propia, a partir de los datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía -REDIAM-)

6. Discusión

6.1. Fragilidad del terreno en el área de estudio

Una vez descritos, de forma exhaustiva, los distintos elementos que componen el área de estudio, podemos definir que la fragilidad del terreno está asociada a la capacidad que tendría un determinado territorio de volver a su estado natural sin la intervención del hombre, y, por ende, la capacidad de acogida que el terreno tiene a la implantación de los nuevos usos, que para el caso que ocupa este trabajo es la implantación de nuevas instalaciones industriales, biorrefinerías. Esta fragilidad se mide a partir del inventario ambiental realizado, en el que se han resaltado los valores naturales del ámbito de estudio. Así pues, el estudio de la fragilidad define niveles para distintas zonas del ámbito de estudio, de manera que permite observar rápidamente las posibilidades de transformación que tienen los distintos espacios, sobre la base de unas características del territorio definido previamente en el inventario ambiental.

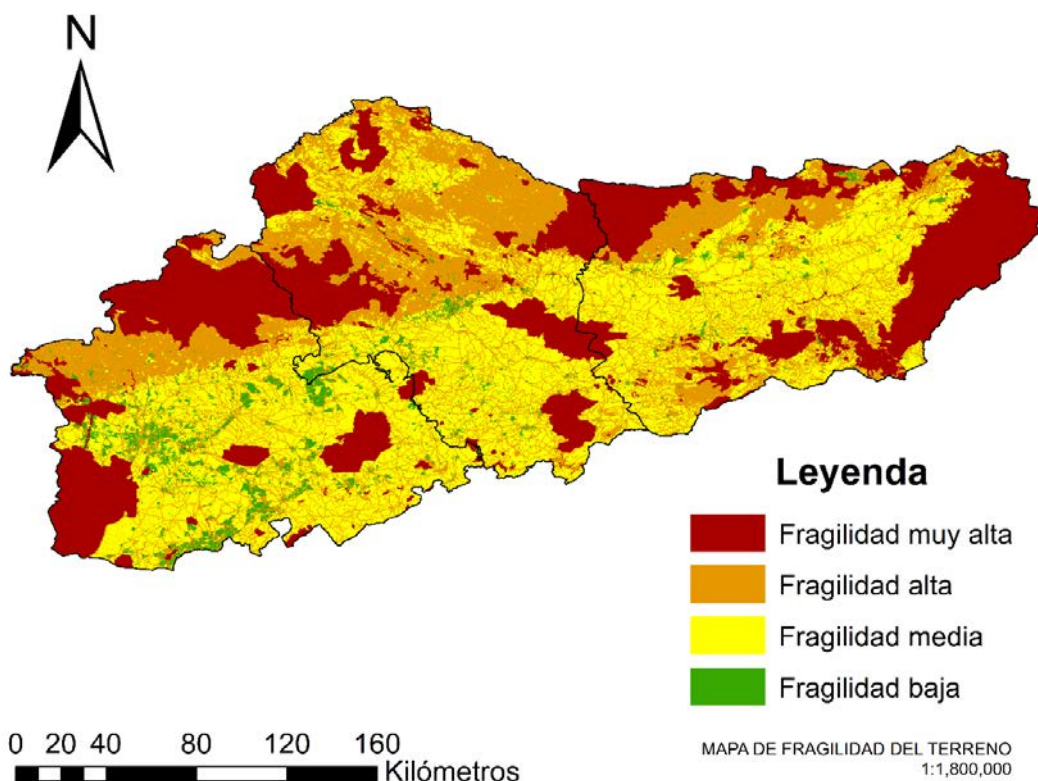


Figura 13. Mapa de fragilidad del terreno en el área de estudio. (Elaboración propia, a partir de los datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía -REDIAM-)

6.1.1. Análisis y valoración de la fragilidad

El análisis de la fragilidad debe partir del hecho de que el territorio es un ente complejo y cambiante, resultado de la interrelación de abundantes factores. Estos son los afectados por las transformaciones producidas por las actividades humanas. Algunos tienen la capacidad de asimilar los cambios; no así otros que verían transformada su dinámica biológica, su estructura funcional, entre otros, pudiendo provocar su desaparición.

Por lo tanto, deben ser tenidos en cuenta como elementos del medio definitorios del grado de fragilidad territorial. Para medir la fragilidad o capacidad de acogida se han tomado, por su singular valor, los siguientes elementos:

- Usos del suelo
- Masas de vegetación natural
- Espacios naturales protegidos y zonas sensibles
- Vías pecuarias y Dominio Público Hidráulico

Con todos estos elementos se garantiza la total cobertura de los distintos espacios del ámbito de estudio.

Como se muestra en la Figura 11, el territorio de estudio se clasificó en cuatro distintos niveles de fragilidad. Las clases de fragilidad identificadas y sus criterios de adscripción se definen de la siguiente manera:

6.1.2. Fragilidad muy alta

Esta categoría corresponde a las superficies más vulnerables a la alteración por parte de los usos del suelo y actividades urbanísticas que se corresponden con los Espacios Naturales Protegidos que encontramos dentro del ámbito de estudio. En las zonas de fragilidad muy alta se debe evitar en cualquier tipo de desarrollo industrial-urbanístico, lo que implica que en esta área queda descartada la posibilidad de ubicar biorrefinerías.

6.1.3. Fragilidad alta

Esta categoría consta de los usos de suelo con vegetación natural que se corresponden con las zonas de matorral, pastizal y bosque cuyas zonas albergan una variada diversidad de hábitats, flora y fauna, también se incluye la red hidrográfica (zonas húmedas y red hídrica superficial) y las vías pecuarias.

En las zonas de fragilidad alta, el desarrollo industrial-urbanístico debería favorecer la protección y conservación de estos espacios, por lo que se propone de forma genérica su no inclusión en zonas con capacidad de aptitud para la acogida de usos y actividades urbanísticos.

6.1.4. Fragilidad media

Esta categoría se corresponde con el uso de suelo mosaico agrícola que está conformado por: cultivos herbáceos, cultivos leñosos e invernaderos. Para estos espacios habrá que prestar atención a los posibles impactos negativos que se puedan generar en ellos con motivo del desarrollo de las actuaciones urbanísticas propuestas. Esto implica que en estas zonas se podría llegar a implantar nuevas biorrefinerías, aunque siempre prestando atención a los posibles impactos como se mencionó anteriormente.

6.1.5. Fragilidad baja

En esta categoría se incluyen el resto de usos del suelo (no incluido en las categorías anteriores) que sería básicamente el terreno urbano el cual está conformado por zonas urbanas mixtas, industriales, extracción minera, zonas sin vegetación e infraestructuras técnicas. En estos espacios el desarrollo de las actuaciones industrial- urbanístico son bastante adecuadas ya que estas son zonas que no son vulnerables y muy poco susceptibles a impactos negativos. Por tanto, estas áreas son las más adecuadas para la implantación de biorrefinerías. Además, el uso del suelo que se le da a estas zonas de fragilidad baja es compatible con esta actividad industrial, un motivo más por el que se recomienda ampliamente esta área.

7. Conclusiones

En zonas rurales de alta densidad de generación de residuos, como es el caso de las zonas de cultivo de olivar y sus industrias asociadas, el concepto de biorrefinería cobra especial interés desde el punto de vista medioambiental y social. La biorrefinería del olivar conlleva un proceso multiproducto a partir de diferentes materias primas: hojas de limpieza de aceituna, orujillo, hueso de aceituna y restos de poda de olivo. Esto supone la valorización de estos residuos y/o subproductos biomásicos para producción de energía y otros productos renovables de alto valor añadido.

La ubicación de las almazaras y extractoras de orujo en la Cuenca del río Guadalquivir (provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla) y la determinación del volumen de hojas, orujillo y hueso generado generados cada año en estas instalaciones, junto con la cuantificación del residuo de poda del olivo, según extensión y tipo de cultivo, han puesto de manifiesto una elevada disponibilidad de estos recursos, que permitiría un suministro seguro a las biorrefinerías, considerando también la estacionalidad de cada uno de ellos.

El análisis medioambiental y territorial realizado en el área de estudio ha permitido analizar y valorar la fragilidad ambiental del territorio, identificando aquellas zonas de fragilidad muy alta, por la presencia de elementos naturales singulares, y que se deben evitar en cualquier tipo de desarrollo industrial-urbanístico. Se trata de zonas consideradas como banderas rojas, lo que implica que en ellas queda descartada la posibilidad de ubicar biorrefinerías. De igual forma, se han identificado zonas de muy baja fragilidad ambiental en el área de estudio. Se trata de territorios válidos para la ubicación de estas instalaciones multiproducto que permitirían la valorización integral de los residuos del olivo y sus industrias asociadas. Además, se trata de zonas con amplia extensión de cultivo de olivar, que suministraría la poda de olivo, y presencia tanto de almazaras como de extractoras de orujo que generan las hojas, hueso de aceituna y orujillo. Por todo ello, estas zonas, además de ser emplazamientos adecuados desde un punto de vista ambiental, también resultan idóneas, desde un punto de vista logístico, por coincidir con la presencia de un elevado volumen de recursos biomásicos en un radio inferior a 30 km, lo que garantiza unos costes logísticos aceptables.

Agradecimientos:

Agradecimientos: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (ENE2017-85819-C2-1-R y ENE2017-85819-C2-2-R). Agencia Estatal de Investigación y Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

8. Bibliografía

APPA - Asociación de Empresas de Energías Renovables. 2019. Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España 2018. Madrid, España. Disponible (en línea) <https://www.appa.es/wp-content/uploads/2019/10/Estudio_del_impacto_Macroeconomico_de_las_energias_renovables_en_Espa%C3%B1a_2018_vff.pdf>

Borja, R; Raposo, F; Rincón, B. 2006. Treatment technologies of liquid and solid wastes from two-phase olive oil mills. *Grasas y Aceites* 57: 32-46. Disponible (en línea) <<https://doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i1.20>>

CHG - Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2019. La Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. Disponible (en línea) <<https://www.chguadalquivir.es/la-demarcacion-hidrografica-del-guadalquivir#Caracter%C3%ADsticasf%C3%ADsicas>>

Clark, J; Deswarte, F. 2009. Introduction to chemicals from biomass. Wiley, Chichester, UK.

Demirbas, A. 2010. Biorefineries. For biomass upgrading facilities. Springer, London, UK.

ECREA - Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias. 2013. Cultivos leñosos. Disponible (en línea) <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/Le%C3%B1osos%202013.._tcm30-88505.pdf>

Emgrisa. 2019. Análisis de la consideración como subproducto del orujo graso húmedo procedente de la elaboración de aceite de oliva y destinado a la extracción de aceite de orujo de oliva. Disponible (en línea) <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/estudiosubproductoalperujo_191120_tcm30-506764.pdf>

FAO. 2018. FAOSTAT: Superficie de Olivos en España 2018. Disponible (en línea) <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>>

FRA - Recursos Forestales Mundiales. 2015. Términos y Definiciones. Disponible (en línea) <<http://www.fao.org/3/ap862s/ap862s00.pdf>>

IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). 2007. Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración. BESEL, S.A. (Departamento de Energía). Madrid, España. Disponible (en línea) <<https://www.idae.es/file/9045/download?token=4i5t0xzX>>

Junta de Andalucía. 2007. Mapa Zonas Importantes para las Aves Esteparias (ZIAE) de Andalucía. Disponible (en línea) <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnnextoid=fbe9215a0a719210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=6dfdc97a6570f210VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextfmt=rediam&lr=lang_es>

Junta de Andalucía. 2008. Mapa Guía Digital de Espacios Naturales: un ejemplo en la protección de la geodiversidad. Disponible (en línea) <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Publicaciones_Periodicas/revista_medio_ambiente/revista_ma_62/geoparques.pdf>

Junta de Andalucía. 2009. Mapa Guía Digital de Espacios Naturales: Espacio Natural de Doñana. Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/vscripts/wbi/w/rec/1611.pdf>>

Junta de Andalucía. 2013. Medio Ambiente en Andalucía. Informe 2013. Disponible (en línea) <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/ima/2013/ima2013.pdf>

Junta de Andalucía. 2015. Evaluación de la producción y usos de los subproductos de las agroindustrias del olivar en Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla. Disponible (en línea) <<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?ec=default&action=DownloadS&table=11030&element=1585171&field=DOCUMENTO>>

Junta de Andalucía. 2016. Usos del Suelo (1ª parte). Definición de clases. Disponible (en línea) <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Documentos_Tecnicos/mapa_usos_guia_tecnica/5_2_zonas_humedas.pdf>

Junta de Andalucía. 2016. Usos del Suelo (1ª parte). Disponible (en línea) <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Documentos_Tecnicos/mapa_usos_guia_tecnica/5_1_superficies_edificadas.pdf>

Junta de Andalucía. 2017. Aforo de producción de olivar en Andalucía: campaña 2017-2018. Disponible (en línea) <https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Presentaci%C3%B3n_OLIVAR_2017-2018.pdf>

Junta de Andalucía. 2017. La superficie de olivar en Andalucía crece más de 80.000 hectáreas en una década y supera ya el millón y medio. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Disponible (en línea) <<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollosostenible/actualidad/noticias/detalle/170172.html>>

Junta de Andalucía. 2017. Plan Andaluz de HUMEDALES. Consejería de Medio Ambiente. Disponible (en línea) <https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/plan_humedales.pdf>

Junta de Andalucía. 2018. Economía. Disponible (en línea) <<https://www.juntadeandalucia.es/andalucia/economia.html>>

Junta de Andalucía. 2018. Espacios Naturales Protegidos (EENNPP) de Andalucía. Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf>>

8ca78ca731525ea0/?vgnnextoid=4aa94da211f60610VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=66ffdb27eb364410VgnVCM1000001325e50aRCRD>

Junta de Andalucía. 2019. Catálogo de Montes Públicos de Andalucía. Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9e205510e1ca/?vgnnextoid=aaeb3fee16d26310VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=c6bcd74341cb5310VgnVCM1000001325e50aRCRD>>

Junta de Andalucía. 2019. Espacios protegidos Red Natura 2000. Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.220de8226575045b25f09a105510e1ca/?vgnnextoid=d0e77b32b31f4310VgnVCM1000001325e50aRCRD>>

Junta de Andalucía. 2019. Estadísticas de Producción Integrada en Andalucía 2019. Disponible (en línea) <https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/PI%202019_1.pdf>

Junta de Andalucía. 2019. Humedales de Andalucía en la Lista de Ramsar. Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9e205510e1ca/?vgnnextoid=4efabfe08a7a5010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=a22ca0d0851f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD>>

Junta de Andalucía. 2019. Inventario de Humedales de Andalucía (IHA). Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9e205510e1ca/?vgnnextoid=fd229a6bb4a94010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=2b439d7f4c335310VgnVCM1000001325e50aRCRD>>

Junta de Andalucía. 2019. La Red de Reservas de la Biosfera de Andalucía. Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9e205510e1ca/?vgnnextoid=330e48e92da0f510VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=6e8e203824002610VgnVCM2000000624e50aRCRD>>

Junta de Andalucía. 2019. Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA). Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.f497978fb79f8c757163ed105510e1ca/?vgnnextoid=007fee9b421f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=3bdd61ea5c0f4310VgnVCM1000001325e50aRCRD>>

Manzanares. P; Ruiz. E; Ballesteros. M; Negro. M; Gallego. F; López-Linares. J; Castro. E. 2017. Residual biomass potential in olive tree cultivation and olive oil industry in Spain: valorization proposal in a biorefinery context. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, O.A, M.P. (INIA). Disponible (en línea) < <https://doi.org/10.5424/sjar/2017153-10868>>

MITECO - Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2019. Espacios Naturales Protegidos en España. Disponible (en línea) <<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/espacios-naturales-protegidos/>>

MITECO - Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2018. Vías Pecuarias. Disponible (en línea) <<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb>>

227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=720e1035e45d6410VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=ffd439b8301f4310VgnVCM1000001325e50aRCRD>

Navarrete, J. 2017. Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía. Junta de Andalucía. Sevilla, España. Disponible (en línea) <http://www.ceida.org/sites/default/files/adxuntos-formacion/09_renpa.pdf>

Romero-García. JM; Niño. L; Martínez-Patiño. C; Alvarez. C; Castro. E; Negro. MJ. 2014. Biorefinery based on olive biomass. State of the art and future trends. *Bioresour Technol* 159: 421-432. Disponible (en línea) <<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.03.062>>

Ruiz. E, Romero-García. J, Romero. I, Manzanares. P, Negro. M, Castro, E. 2017. Olive-derived biomass as a source of energy and chemicals. Disponible (en línea) <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bbb.1812>>

Sánchez. P; Ruiz. M. 2006. Production of pomace olive oil. *Grasas y Aceites*. Enero – Marzo, 47-

SIOSE Andalucía. 2008. Leyenda forestal. Disponible (en línea) <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estado_Y_Calidad_De_Los_Recursos_Naturales/Suelo/Usos_de_Suelo/SIOSE/leyenda_forestal.pdf>

Tecnológicas Españolas de Biomasa para la Bioeconomía (BIOPLAT) y Química Sostenible (SusChem-España). 2017. Manual sobre las Biorrefinerías en España. Disponible (en línea) <http://www.suschem-es.org/docum/pb/2017/publicaciones/Manual_de_Biorrefinerias_en_Espana_feb_2017.pdf>